BULLETIN
du MUSÉUM NATIONAL d'HISTOIRE NATURELLE

PUBLICATION BIMESTRIELLE

écologie générale

11

N° 155

MAI - JUIN 1973

BULLETIN
du
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

57, rue Cuvier, 75005 Paris

Le *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, revue bimestrielle, paraît depuis 1895 et publie des travaux originaux relatifs aux diverses branches de la Science.

Les tomes 1 à 34 (1895-1928), constituant la 1re série, et les tomes 35 à 42 (1929-1970), constituant la 2e série, étaient formés de fascicules regroupant des articles divers.

A partir de 1971, le *Bulletin* 3e série est divisé en six sections (Zoologie — Botanique — Sciences de la Terre — Sciences de l'Homme — Sciences physico-chimiques — Écologie générale) et les articles paraissent, en principe, par fascicules séparés.

S'adresser :

— pour les **échanges**, à la Bibliothèque centrale du Muséum national d'Histoire naturelle, 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris (C.C.P., Paris 9062-62) ;

— pour les **abonnements** et les **achats au numéro**, à la Librairie du Muséum 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris (C.C.P., Paris 17591-12 — Crédit Lyonnais, agence Y-425) ;

— pour tout ce qui concerne la **rédaction**, au Secrétariat du *Bulletin*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris.

Abonnements pour l'année 1973

Abonnement général : France, 360 F ; Étranger, 396 F.

Zoologie : France, 250 F ; Étranger, 275 F.

Sciences de la Terre : France, 60 F ; Étranger, 66 F.

Écologie générale : France, 60 F ; Étranger, 66 F.

Botanique : France, 60 F ; Étranger, 66 F.

Sciences physico-chimiques : France, 15 F ; Étranger, 16 F.

International Standard Serial Number (ISSN) : 0027-4070.

BULLETIN DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
3e série, n° 155, mai-juin 1973, Écologie générale 11

Évolution du stock de langoustes sur les fonds de pêche des îles Saint Paul et Nouvelle-Amsterdam de 1962 à 1970 [1]

par Roger Vranckx *

Résumé. — Un essai d'évaluation du stock de langoustes, *Jasus paulensis*, des fonds de pêche des îles Saint Paul et Nouvelle-Amsterdam est réalisé à partir des tonnages hebdomadaires de queues de langoustes mises en congélation durant les années 1960 à 1970. Les prises par unité d'effort sont calculées et leurs variations en fonction du temps permettent de calculer les différents coefficients de mortalité de la population. Pour chacune des années envisagées, l'état du stock et ses fluctuations sont analysés.

Abstract. — The standing stock of the rock-lobster *Jasus paulensis* on the fishing grounds of St Paul and New-Amsterdam islands is evaluated from weekly catches of freezed lobster tails between 1960 and 1970. Mortality coefficients of the population are computed from variations of catches per unit effort. The status and evolution of the stock are analyzed for each year.

Introduction

Le stock de langoustes *Jasus paulensis* Heller, 1863, existant sur les fonds de pêche des îles Saint Paul et Nouvelle-Amsterdam (fig. 1) est exploité depuis plus de vingt ans sans qu'aucune étude de stock n'ait jamais été entreprise.

Les demandes grandissantes du marché en cette denrée noble qu'est la langouste sont telles qu'il devenait urgent d'entreprendre cette étude. En l'absence de données sur les paramètres biologiques d'une espèce exploitée, il est cependant possible d'estimer la taille de la population et son niveau d'exploitation à partir de données statistiques. Une des méthodes possibles est l'étude des variations des prises par unité d'effort, développée sur des populations terrestres par Leslie et Davis (1939) et sur des populations marines par DeLury (1947, 1951).

Les fonds de pêche qui s'étendent autour des îles Saint Paul et Nouvelle-Amsterdam ont déjà fait l'objet de plusieurs articles : Angot (1951), Paulian (1957) et Grua (1960).

Les fonds rocheux entourant ces îles volcaniques permettent seulement une pêche au casier. Jusqu'à présent, la pêche se pratique à partir de doris manœuvrés par deux marins qui ont à leur disposition une vingtaine de casiers qu'ils mouillent un certain nombre de fois par des fonds d'une cinquantaine de mètres. Des pêches plus profondes s'exercent aussi sur une langouste dite du large, plus grosse et plus claire, qui est soit une espèce nou-

1. Communication présentée aux Journées d'étude « Eaux et pêches outre-mer : inventaire, écologie, utilisation », Paris, 23-24 mars 1973, Laboratoire des Pêches Outre-Mer, Muséum national d'Histoire naturelle.

* *Laboratoire des Pêches Outre-Mer, 57, rue Cuvier, 75231 Paris Cédex 05.*

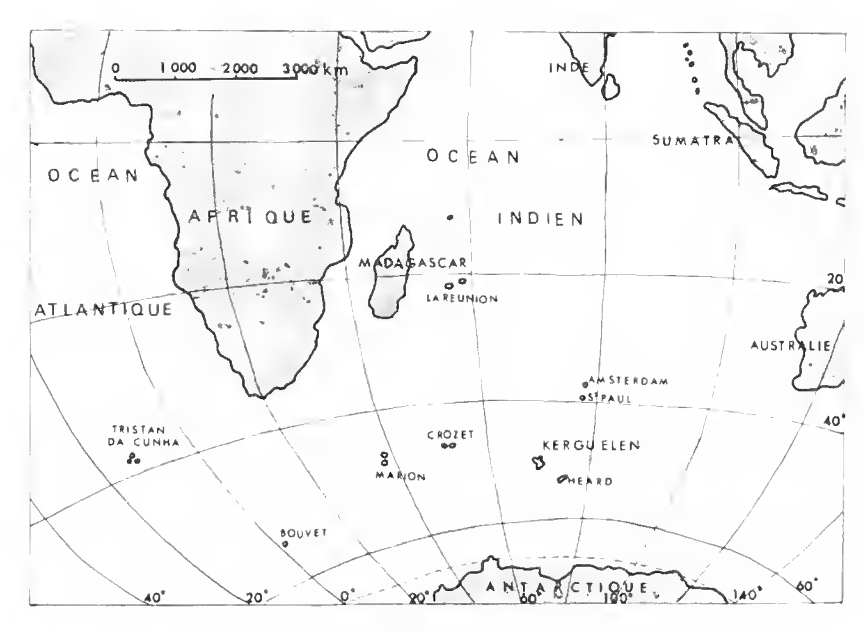


Fig. 1. — Carte des îles australes.

velle de *Jasus* (étude en cours), soit une variété écologique de profondeur comme il en existe chez le homard (Templeman, 1935 ; Saila & Flowers, 1969). Bien que représentant une population différente, les prises en langoustes du large, quand elles existent, ne seront pas distinguées des langoustes du stock de terre, faute de statistiques de pêche séparées.

La pêche qui n'était légalement pratiquée que par la « Sapmer » jusqu'en 1971-1972 est une pêche réglementée. Elle est ouverte du 1er décembre au 31 mars et est fonction d'un quota de pêche fixé chaque année par décision de l'Administrateur Supérieur du Territoire des Terres australes et antarctiques françaises.

Méthodologie

Les données proviennent de statistiques de pêche fournies par la société « Sapmer ». La pêche se déroulant sur une aire limitée et étant le fait d'une seule société, les statistiques de pêche sont assez succinctes. Ainsi les prises effectuées au cours de la campagne de pêche ne sont connues que par des télégrammes reçus par la société et donnant l'estimation du poids de queues de langoustes mises en congélation.

L'effort n'est connu que par le nombre de jours de présence du bateau sur les lieux de pêche, aussi ne peut-on qu'exceptionnellement estimer le nombre de jours de pêche effectifs correspondant au « temps productif » (Gulland, 1969).

Si l'estimation hebdomadaire des prises n'est pas très exacte, elle n'en rend pas moins compte de l'évolution de la pêche. Par contre, il n'en est pas de même pour l'effort. L'unité

d'effort la plus satisfaisante est sans nul doute « le casier pêchant par unité de temps » (BOWEN et CHITTLEBOROUGH, 1966) car c'est elle qui donne la meilleure idée de la densité des animaux à partir de l'évaluation de la « prise par unité d'effort » (P.U.E.). Or, dans notre cas, on ne connaît ni le nombre de doris ayant effectivement pêché, ni le nombre de levées effectuées par les marins, ni le nombre de casiers utilisés par chaque pêcheur. De ce fait, l'appréciation de l'effort de pêche réel n'est que très approximative puisque, en raison du manque de normalisation de la puissance de pêche, on est amené à faire correspondre temps de pêche et effort total.

Nous avons ainsi, pour une année donnée, une surestimation de l'effort total, entraînant une sous-estimation dans les prises par unité d'effort.

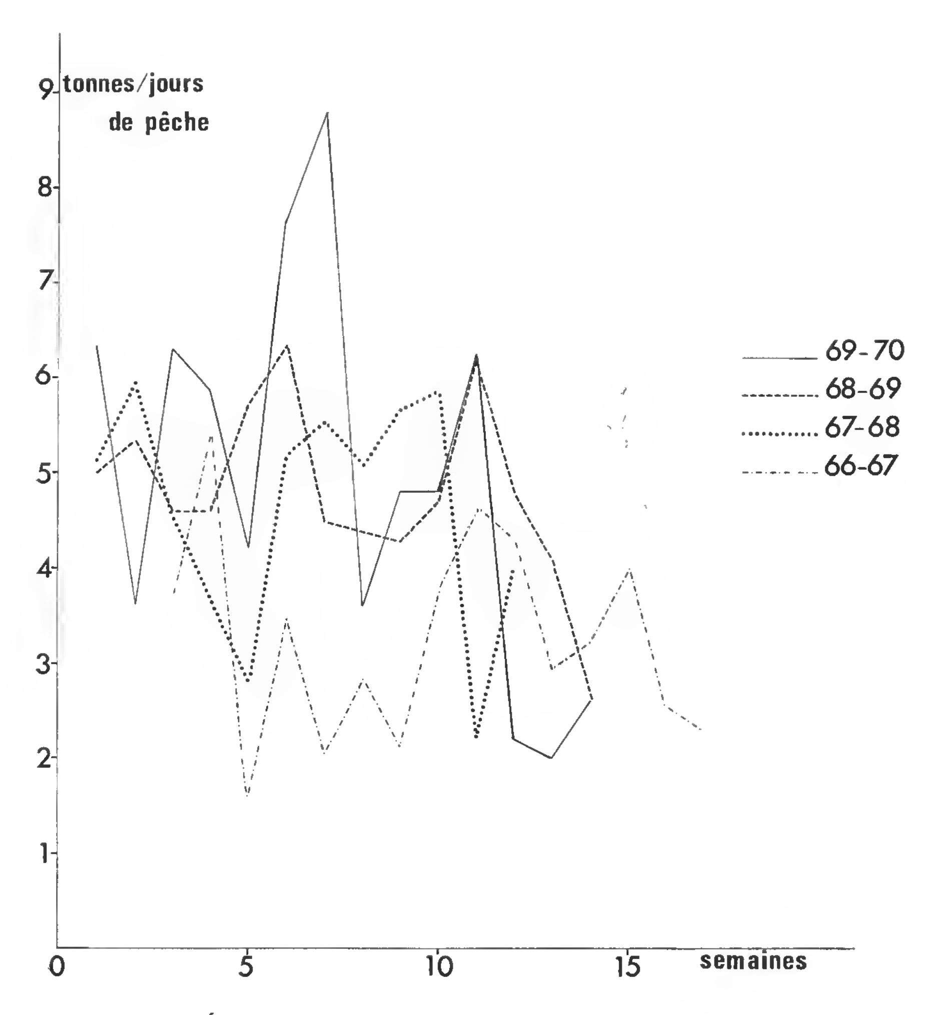


FIG. 2. — Évolution des captures au cours de quatre saisons de pêche.

Résultats

Traitement des données

Lorsque les quotas sont augmentés, les prises le sont aussi. Corrélativement, en considérant l'effort total G et le tonnage pêché C, on voit que la P.U.E. a aussi augmenté entre 1962 et 1970 avec une faille pour la campagne 1966-1967, mais la tendance générale est respectée (tableau I).

Le détail des variations des prises par unité d'effort considéré de manière hebdomadaire tout au long de la saison de pêche, bien que sans signification pour le calcul du paramètre de mortalité totale instantané Z, permet cependant de suivre des variations biologiques à l'intérieur du stock.

On s'aperçoit (fig. 2) que généralement, chaque année, les captures passent par un ou deux maximums au cours de la saison de pêche. Cette augmentation des captures peut être liée aux conditions météorologiques qui facilitent la pêche et qui agissent aussi sur le comportement des langoustes. En effet, sur place, au cours de la campagne, on s'aperçoit que ces maximums correspondent à une augmentation de prises portant sur des animaux qui commencent à s'alimenter après avoir mué ; il s'agit donc d'une sorte de recrutement en cours de saison. Cela devient encore plus net lorsqu'on suit, au cours d'une campagne de pêche, l'évolution de la répartition de la fréquence relative des animaux en fonction de leur taille (fig. 3). On s'aperçoit que l'on pêche relativement plus de grosses langoustes (taille I des pêcheurs) que de petites (taille IV) en fin de campagne, ceci étant dû au fait

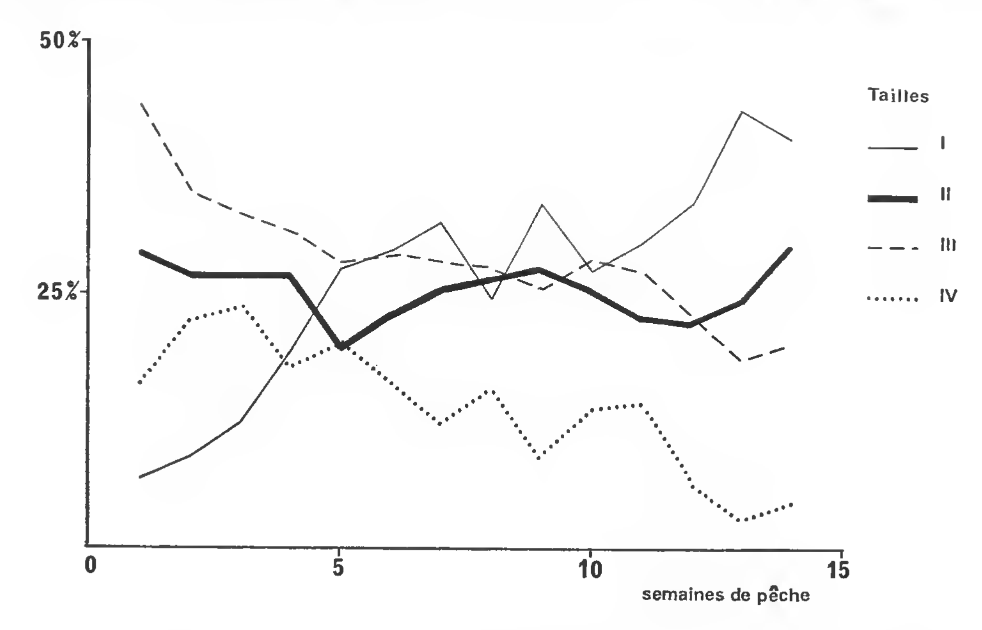


Fig. 3. — Fréquences relatives des différentes tailles capturées au cours de la saison 1969-1970.

que d'une part on pêche parfois plus profond, mais surtout que les animaux de plus grande taille, qui sont des mâles ayant mué entre novembre et janvier, apparaissent dans les prises en plus grand nombre. La diminution des petites tailles en fin de campagne peut s'expliquer par le fait qu'il s'agit surtout de femelles qui cessent alors de se nourrir, et ne peuvent donc pas être prises au casier avant la mue qui précède la ponte de l'hiver austral.

L'évolution des fréquences relatives des tailles intermédiaires (tailles II et III) montre des tendances à l'augmentation ou à la diminution intermédiaires à celles des tailles I et IV, ce qui semble bien confirmer que les captures sur les différentes tailles de langoustes sont fonction de la disponibilité de ces animaux, elle-même en rapport avec leur cycle de mue ou leur cycle de migration (GRUA, 1960).

Pour confirmer que ceci est bien en rapport avec le cycle de mue, il faut confronter, pour la campagne 1969-1970, les captures des différentes tailles de langoustes exprimées en fréquences relatives (fig. 3), aux captures exprimées en fréquences cumulées (fig. 4).

Sur la figure 4, on voit qu'il faut un certain temps pour que la fréquence cumulée des captures de la taille I rattrape la droite représentant la fréquence cumulée d'une capture théorique à taux constant et aboutissant à une même capture totale en fin de campagne.

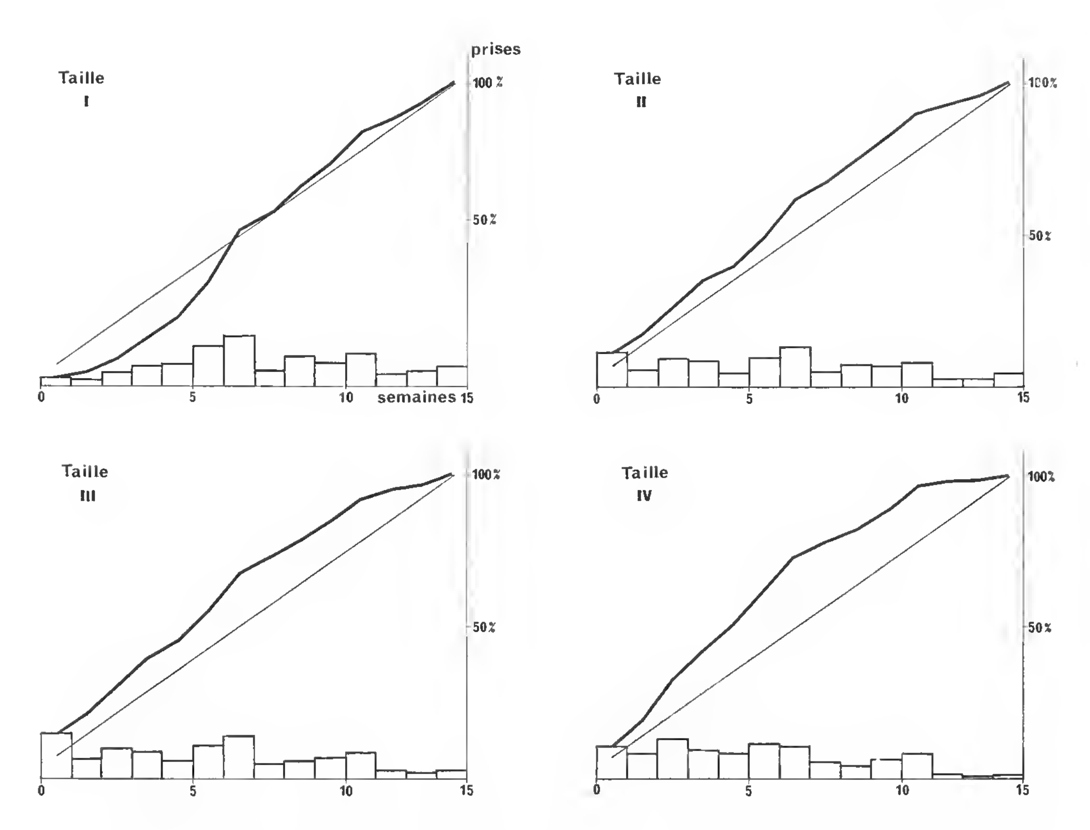


FIG. 4. — Fréquences cumulées des différentes tailles capturées au cours de la saison 1969-1970.

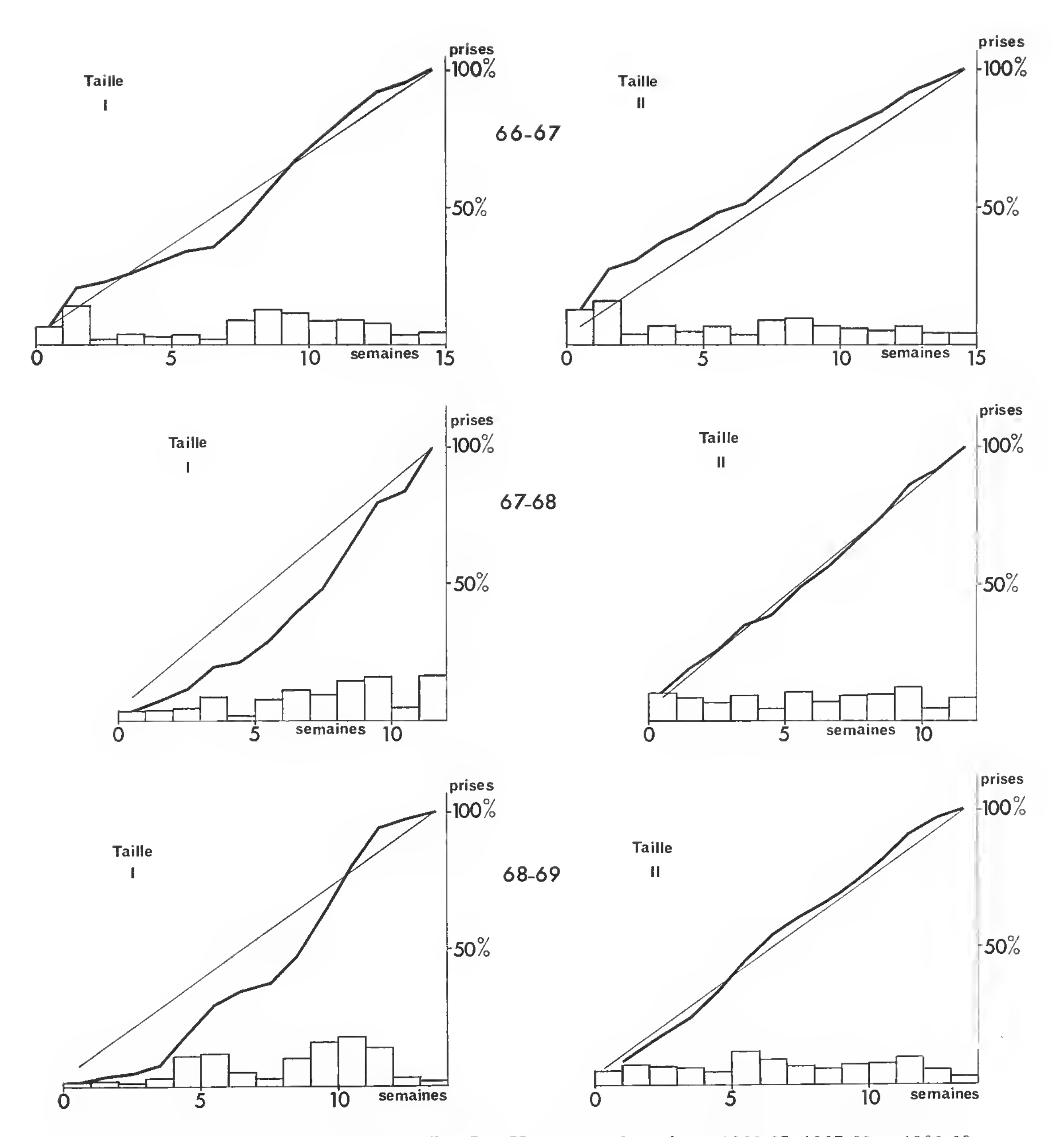


Fig. 5. — Fréquences cumulées des tailles I et II au cours des saisons 1966-67, 1967-68 et 1968-69.

Cela montre un recrutement de la taille I vers la mi-janvier. Les tracés se rapportant aux tailles II, III et IV rendent compte, de la même manière, de l'évolution constatée sur la figure 3.

On peut peut-être aller plus loin en comparant l'évolution dans le temps des captures des tailles I et II au cours des années 1966 à 1969 (fig. 4 et fig. 5) et dire que les tailles I ont été plus tardivement recrutées en 1968-69 (fig. 5) qu'en 1969-70 (fig. 4) ; le recrutement a, de plus, été plus progressif en 1969-70 qu'en 1968-69.

Estimation du stock

L'évaluation des paramètres nécessaires pour rendre compte de l'aspect dynamique du stock d'une population à partir des données sur les prises et l'effort de pêche d'une pêcherie procède de méthodes désormais classiques (Ricker, 1958 ; Schaefer, 1954, 1957, 1967 ; Doi *in* Suda, 1970).

Bowen et Chittleborough (1966) ont déjà appliqué la première de ces méthodes à l'étude du stock de la langouste australienne *Panulirus cygnus* George.

D'une manière générale, le nombre N_t d'animaux contenus dans une pêcherie à l'instant t est fourni par la formule : $N_t = N_0 e^{-Zt}$. N_0 et N_t, abondances réelles, sont rarement connues et l'on se sert de l'indice d'abondance n qui est donné par la relation existant entre la prise C et l'effort G, C/G = n, dans la mesure où l'on peut considérer les fonds de pêche comme formant une entité de caractéristiques constantes. Nous avons alors : $\frac{n_t}{n_0} = \frac{N_t}{N_0} = e^{-Zt}$ (Gulland, 1964). Il faut noter que si l'étude de la modification de la P.U.E. à court terme nous a été utile pour comprendre les déphasages constants entre les classes de taille, il nous faut maintenant étudier les variations de P.U.E. sur l'ensemble de chaque campagne pour estimer la mortalité totale sans que cette dernière soit entachée par les modifications saisonnières liées aux conditions de pêche (météo) et à la disponibilité (modification du coefficient de disponibilité q en fonction de la température de l'eau et du cycle de mue de l'animal).

L'action conjuguée de F, coefficient de mortalité par pêche, et de M_1, coefficient résultant de la mortalité naturelle, de la croissance et des migrations (Bowen et Chittleborough, 1966), fait qu'une population soumise à la pêche voit son indice d'abondance diminuer de manière exponentielle en fonction du temps.

Ainsi, grâce à l'équation

$$Z = F + M_1 = \text{Log} \frac{n_t}{n_0} = qG + M_1$$

on peut obtenir pour chaque saison de pêche une estimation de Z, coefficient instantané de mortalité totale, à partir des variations des P.U.E. (fig. 6).

Bowen et Chittleborough (1966) discutent la valeur d'une telle estimation de Z au cours de la campagne en fonction des variations de la P.U.E. Mais vu les données sur l'effort de pêche que nous possédons, la baisse des indices d'abondance est suffisante statistiquement pour conclure à la tendance dynamique des populations. Ainsi, pour les huit

années pendant lesquelles les efforts sont à peu près bien estimés, on obtient la représentation des variations des P.U.E. (fig. 6). Les valeurs correspondantes du coefficient instantané de mortalité totale Z sont données au tableau I pour chaque saison de pêche.

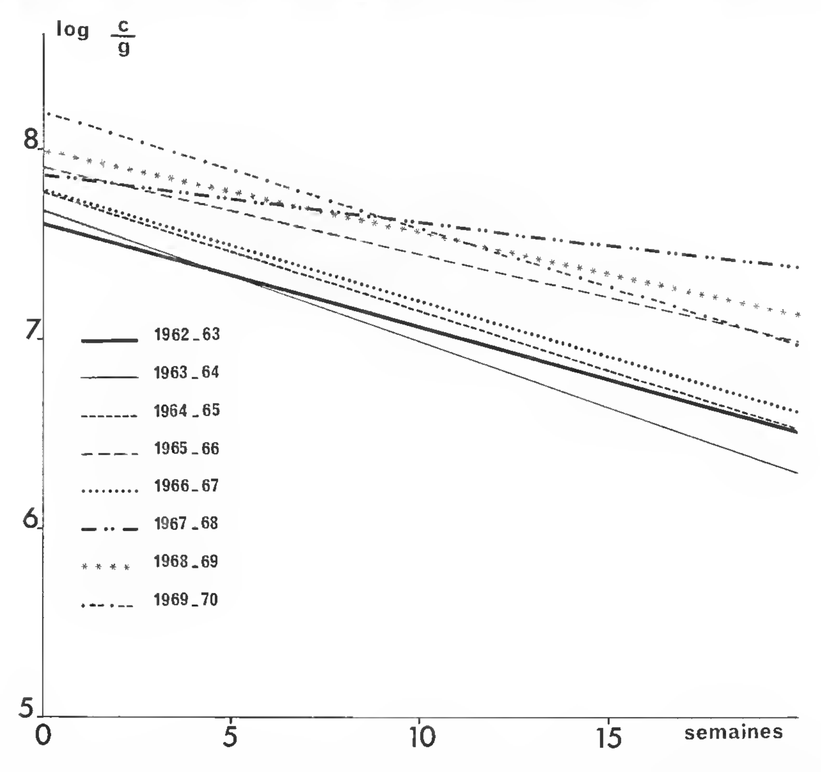


Fig. 6. — Variations des prises par unité d'effort C/G au cours des saisons de pêche de 1962-63 à 1969-70.

A partir de la série de couples de valeurs fournis pour chaque campagne par G et Z, on peut estimer q et M d'après l'équation : $\bar{Z} = \bar{M} + qG$. On obtient $\bar{Z} = 0{,}06643 + 0{,}00111$ G (fig. 7) ce qui signifie que, si l'on pêchait moins de 60 jours par an, la mortalité totale serait négative, c'est-à-dire que le stock irait en s'accroissant. En fait il est plus vraisemblable que le coefficient M_1 est la résultante d'un coefficient M (mortalité naturelle), d'un coefficient R (croissance + recrutement) et d'un coefficient T (migration). De ce fait, lorsqu'on étudie les variations de la P.U.E., on ne travaille pas sur le même stock entre le début et la fin de la pêche, mais sur une cohorte K_1 qui recrute au cours de la pêche une cohorte K_2 (le recrutement dû à R et T, pendant la période considérée, étant supérieur en valeur absolue à la mortalité naturelle *sensu stricto*).

On suppose que $\bar{q}$ ne subit pas de changement d'année en année pour l'ensemble de la population, ce qui est sûrement loin d'être le cas puisque Paloheimo (1963) montre que, chez le homard, q est fonction de l'activité de l'animal, elle-même fonction de la température de l'eau. Ceci est aussi noté par Tanaka (1969) qui montre la varia-

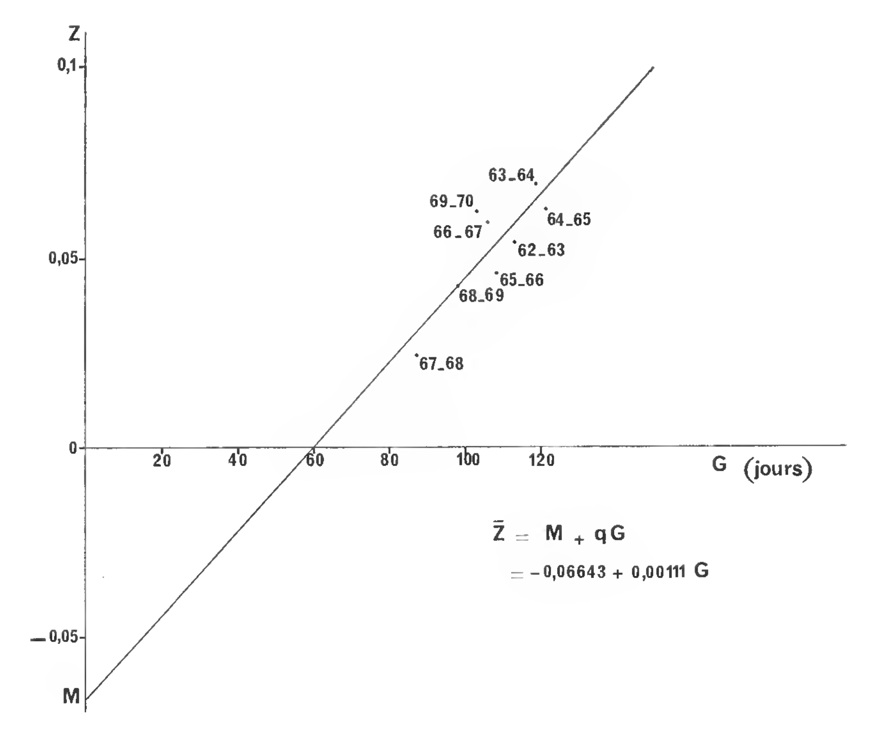


Fig. 7. — Variations de Z en fonction de l'effort de pêche G.

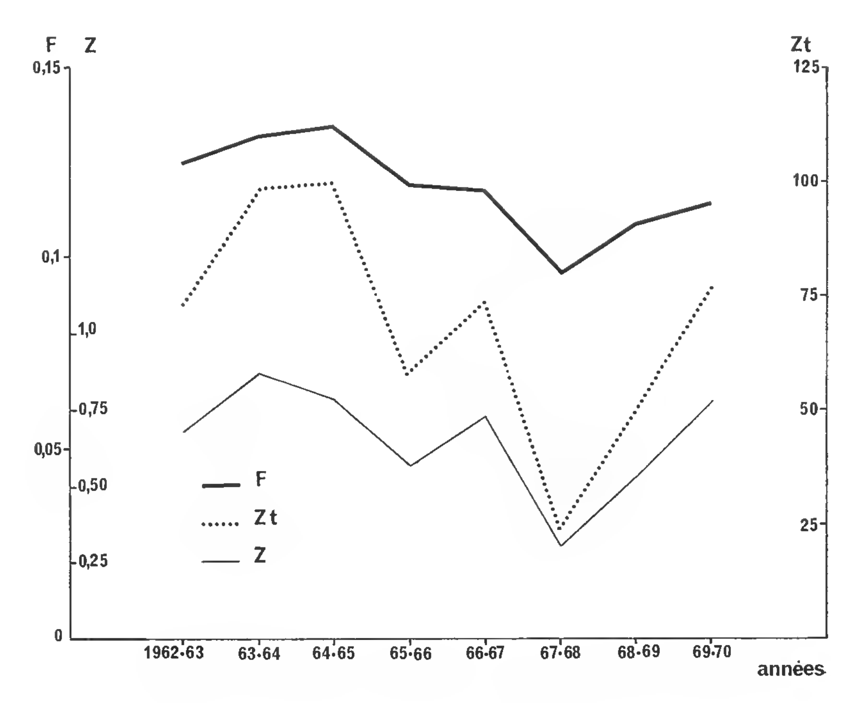


Fig. 8. — Variations de F, Zt et Z au cours des années.

tion de q en fonction de conditions écologiques différentes. Les pêcheurs eux-mêmes remarquent les modifications de l'activité de la langouste en fonction des variations météorologiques. On peut cependant faire une estimation du coefficient de mortalité par pêche $F = qG$ pour les différentes saisons de pêche (fig. 8). Puis on peut, comme Bowen et Chittleborough (1966), calculer le niveau moyen de la population en considérant que le poids en queues de langouste représente environ 1/4 du poids total pêché : $C = P\ F$.

Les stocks exploités en début de saison P_0 et en fin de saison P_1 pour une période de pêche t sont donnés par : $P_0 = \frac{Zt}{P} \left(1-e^{-Zt} \right)$ et $P_1 = P_0\ e^{-Zt}$.

Tableau I. — Résultats des campagnes de pêche de 1962 à 1970.

C : prise totale au cours d'une campagne de pêche (en tonnes de langoustes entières) ; G : effort total (en nombre de jours de présence du bateau sur les lieux de pêche) ; C/G : prise par unité d'effort (P.U.E.), en tonnes par jour ; Z : coefficient instantané de mortalité totale ; F : coefficient de mortalité par pêche ; P_0 : état du stock en début de saison de pêche (en tonnes) ; P_1 : état du stock en fin de saison de pêche (en tonnes).

Années	C(t)	G	C/G	Z	F	P_0	P_1
1962-63	615	113	5,44	0,875	0,125	7 355	3 066
1963-64	626	119	5,26	1,173	0,132	8 046	2 490
1964-65	718	121	5,93	1,192	0.134	9 148	2 777
1965-66	870	108	8,06	0,697	0,120	10 024	4 973
1966-67	686	106	6,47	0,878	0,118	8 736	3 617
1967-68	888	87	10,20	0,298	0,097	10 630	7 891
1968-69	893	98	9,11	0,592	0,109	10 873	6 015
1969-70	1 079	103	10,48	0,912	0,114	14 389	5 780

Conclusion

Si les résultats reflètent tant soit peu la réalité, le stock semble se maintenir. Mais, du fait d'une représentation insuffisante de l'effort de pêche et du manque de données plus localisées sur les captures, on ne connaît pas les variations des abondances réelles pour les différentes zones de pêche. Avec ce système de données, bien que les prises par unité d'effort se maintiennent, il faut aller chercher plus loin et plus profondément la langouste pour garder la même P.U.E.

Si l'on compare l'évolution des captures des tailles de langoustes au cours des années (fig. 9), on voit que, si proportionnellement les pourcentages des tailles II et III augmentent, les prises de tailles I et IV diminuent, ce qui peut signifier que l'on rogne le stock par les deux extrémités, les captures ayant pesé sur les animaux âgés et le recrutement ne se faisant plus par les petites tailles.

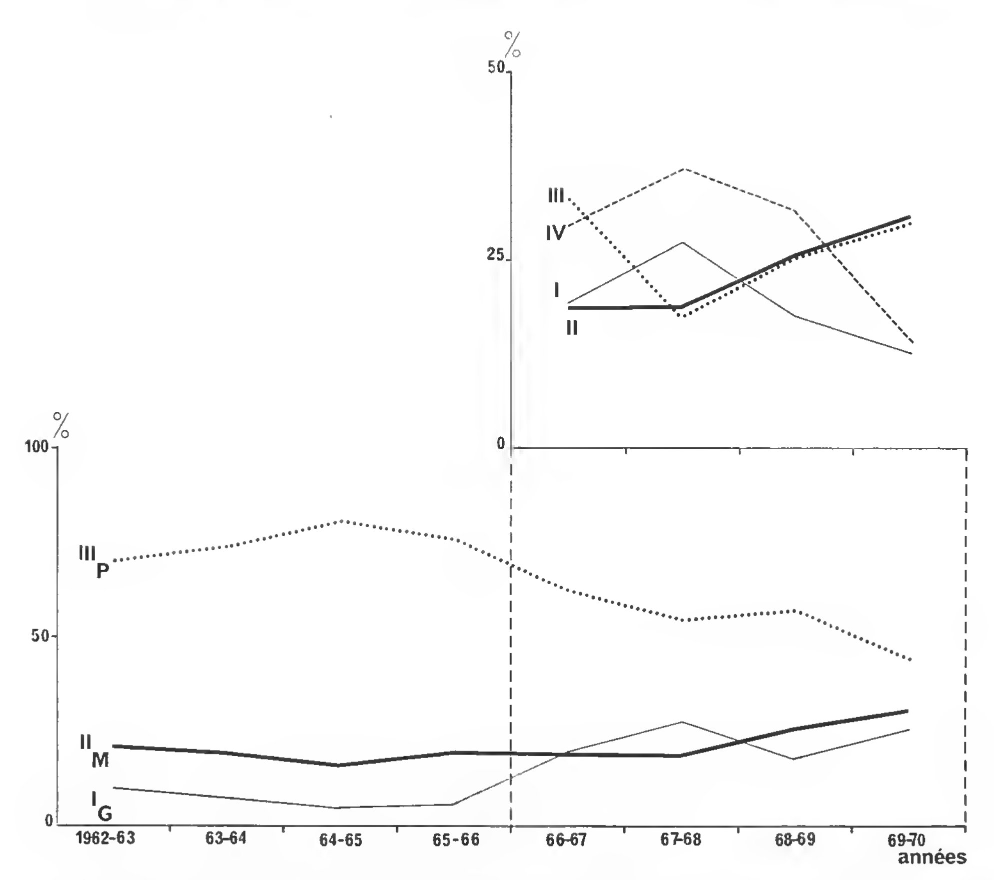


Fig. 9. — Évolution des captures des différentes tailles au cours des années. I_G : grosses ; II_M : moyennes ; III_P : petites. A partir de 1966, ces trois tailles sont remplacées par les tailles I, II, III et IV (la taille III_P ayant été scindée en III et IV).

Des données plus récentes sur l'évolution de la taille moyenne des captures entre deux campagnes de pêches successives (1970-71 et 1971-72) font apparaître une diminution de 5 mm de la taille du céphalothorax moyen. Il est certain que, si l' « overfishing » existe réellement, il faudra, pour y apporter un remède, des données très précises sur les efforts de pêche.

Il serait, de plus, nécessaire de réaborder le problème en tenant compte du recrutement séquentiel en cours de saison de pêche, comme Ishii (1967) l'a fait dans le cas de populations de thons à nageoires jaunes (*Thunnus albacares*).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Angot, M., 1951. — Observations sur la faune marine et la pêche aux îles St Paul et Amsterdam. *Mém. Inst. scient. Madagascar*, sér. A, **6** (1) : 1-51.

Bowen, B. K., et R. G. Chittleborough, 1966. — Preliminary assessments of stocks of the western Australian crayfish *Panulirus cygnus* George. *Austr. J. mar. Freshwat. Res.*, **17** (1) : 93-121.

DeLury, D. B., 1947. — On the estimation of biological populations. *Biometrics*, **3** (4) : 145-167.

— 1951. — On the planning of experiments for the estimation of Fish populations. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **8** (4) : 281-307.

Grua, P., 1960. — Les langoustes australes (*Jasus lalandii*). Biologie, milieu, exploitation commerciale. Étude préliminaire *T.A.A.F.*, n° 10 : 15-40.

Gulland, J. A., 1969. — Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques, 1re partie. Analyse des populations. Manuel F.A.O. de science halieutique. n° 4, FRS/M4, 160 p.

Ishii, T., 1967. — Studies on estimating parameters of fish population supplied by sequential recruitment. I. The effect on estimates for Pacific Yellowfin Tuna. *Bull. Jap. Soc. scient. Fish.*, **33** (6) : 446-456.

Leslie, P. H., et D. H. S. Davis, 1939. — An attempt to determine the absolute number of rats on a given area. *J. Anim. Ecol.*, **8** (1) : 94-113.

Paloheimo, J. E., 1963. — Estimations of catchabilities and population sizes of Lobsters. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **20** : 59-88.

Paulian, P., 1957. — La pêche autour des îles St Paul et Amsterdam et son avenir. *Terre Vie*, **4** : 267-282.

Ricker, W. E., 1958. — Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, **119** : 1-300.

Saila, S. B., et J. M. Flowers, 1969. — Geographic morphometric variation in the american Lobster. *Syst. Zool.*, **18** (3) : 330-338.

Schaefer, M. B., 1954. — Some aspects of the dynamics of populations important to the managements of commercial marine fisheries. *Bull. inter-Am. trop. Tuna Commn.*, **1** (2) : 26-56.

— 1957. — A study of the dynamics of the fishery for Yellowfin tunas in the eastern tropical Pacific Ocean. *Bull. inter-Am. trop. Tuna Commn*, **2** (6) : 247-285.

— 1967. — Dynamics of the fishery for the Anchoveta *Engraulis ringens* off Peru. *Bolm Inst. Mar Peru*, Callao, **1** (5) : 189-304.

Suda, A., 1970. — Approximate estimations of parameters in dynamics of fish population utilizing effort and catch statistics with little information on biological features. *Bull. Far Seas fish. Res. Lab.*, **3** : 1-14.

Tanaka, S., 1969. — A note on the effects of variable environments on the estimation of parameters such as catchability coefficienty. *Bull. jap. Soc. Fish. Ocean.*, Special number 1969.

Templeman, W., 1935. — Local differences in the body proportions of the Lobster *Homarus americanus*. *J. biol. Bd Can.*, **1** : 213-226.

Manuscrit déposé le 10 avril 1973.

Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 3e sér., n° 155, mai-juin 1973,
Écologie générale 11 : 193-204.

Achevé d'imprimer le 31 janvier 1974.

IMPRIMERIE NATIONALE

3 564 003 5

Recommandations aux auteurs

Les articles à publier doivent être adressés directement au Secrétariat du *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris. Ils seront accompagnés d'un résumé en une ou plusieurs langues. L'adresse du Laboratoire dans lequel le travail a été effectué figurera sur la première page, en note infrapaginale.

Le *texte* doit être dactylographié à double interligne, avec une marge suffisante, recto seulement. Pas de mots en majuscules, pas de soulignages (à l'exception des noms de genres et d'espèces soulignés d'un trait).

Il convient de numéroter les *tableaux* et de leur donner un titre ; les tableaux compliqués devront être préparés de façon à pouvoir être clichés comme une figure.

Les *références bibliographiques* apparaîtront selon les modèles suivants :

Bauchot, M.-L., J. Daget, J.-C. Hureau et Th. Monod, 1970. — Le problème des « auteurs secondaires » en taxionomie. *Bull. Mus. Hist. nat., Paris*, 2e sér., **42** (2) : 301-304.

Tinbergen, N., 1952. — The study of instinct. Oxford, Clarendon Press, 228 p.

Les *dessins* et *cartes* doivent être faits sur bristol blanc ou calque, à l'encre de chine. Envoyer les originaux. Les *photographies* seront le plus nettes possible, sur papier brillant, et normalement contrastées. L'emplacement des figures sera indiqué dans la marge et les légendes seront regroupées à la fin du texte, sur un feuillet séparé.

Un auteur ne pourra publier plus de 100 pages imprimées par an dans le *Bulletin*, en une ou plusieurs fois.

Une seule épreuve sera envoyée à l'auteur qui devra la retourner dans les quatre jours au Secrétariat, avec son manuscrit. Les « corrections d'auteurs » (modifications ou additions de texte) trop nombreuses, et non justifiées par une information de dernière heure, pourront être facturées aux auteurs.

Ceux-ci recevront gratuitement 50 exemplaires imprimés de leur travail. Ils pourront obtenir à leur frais des fascicules supplémentaires en s'adressant à la Bibliothèque centrale du Muséum : 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris.


MUSEUM
NATIONAL
D'HIST. NAT.